

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK
ASAM BENZOAT DENGAN PROSES OKSIDASI TOLUENA
DAN KATALIS KOBALT ASETAT
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

Aimatul Huda

D 500 120 005

Dosen Pembimbing :

- 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**
- 2. Ir. Haryanto AR, M.S.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2017

HALAMAN PENGESAHAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK KIMIA

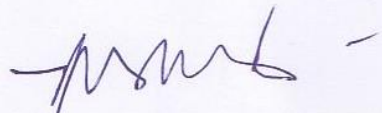
NAMA	: Aimatul Huda
NIM	: D 500 120 005
JUDUL TPP	: Prarancangan Pabrik Asam Benzoat dengan Proses Oksidasi Toluena dan Katalis Kobalt Asetat Kapasitas 40.000 Ton/Tahun
DOSEN PEMBIMBING	: 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D. 2. Ir. Haryanto AR, M.S.

Surakarta, 07 Februari 2017

Menyetujui,

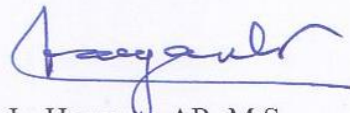
Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK. 664



Ir. Haryanto AR, M.S.

NIP. 196307051990031002

Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi

Fakultas Teknik

Teknik Kimia



Ir. H. Sri Sanjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 892

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK KIMIA

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aimatul Huda
Nim : D 500 120 005
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Asam Benzoat dengan Proses
Oksidasi Toluena dan Katalis Kobalt Asetat
Kapasitas 40.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil tugas akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila tugas akhir ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, 02 Februari 2017

Yang membuat pernyataan,



Aimatul Huda

INTISARI

Asam benzoat (C_6H_5COOH) merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai pengawet makanan, antiseptik, pembuatan fenol dll. Asam benzoat diproduksi dengan menggunakan proses oksidasi toluena yang dilakukan di dalam reaktor gelembung dengan pendingin air dan berlangsung pada fase cair-gas. Reaksi bersifat eksotermis dengan kondisi operasi pada suhu $150^{\circ}C$ dengan tekanan 3 atm. Setelah bereaksi bahan dan produk dimasukkan ke alat proses selanjutnya yaitu *centrifugal decanter*, menara destilasi, *crystallizer*, filter, evaporator dan *rotary dryer*. Kadar kemurnian yang dimiliki oleh kristal asam benzoat adalah 99,5%.

Pabrik asam benzoat membutuhkan bahan baku toluena sebesar 3.793,35 kg/jam, O_2 sebesar 4.036,22 kg/jam dan katalis *cobalt acetate* sebesar 9,63 kg/jam. Utilitas meliputi penyediaan air diperoleh dari air sungai. Total air *make up* yang digunakan sebanyak 26.058,76 kg/jam. Kebutuhan *steam* sebesar 15.363,56 kg/jam, kebutuhan *dowtherm A* sebesar 105.563,32 kg/jam, udara tekan sebesar 36,70 m^3 /jam, listrik sebesar 156,43 kW dan bahan bakar sebesar 325,56 m^3

Pabrik asam benzoat direncanakan berdiri pada tahun 2020 di daerah Tuban, Jawa Timur. *Fixed capital investment* (FCI) pabrik ini adalah Rp 200.325.790.440, untuk *working capital* (WC) sebesar Rp 15.001.223.509. Untuk biaya produksi pertahunnya sebesar Rp 146.479.005.291. Dari analisa ekonomi dapat ditunjukkan bahwa *Percent return on investment* (ROI) sebelum pajak 28,48% dan ROI setelah pajak 21,36%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 2,60 tahun sedangkan setelah pajak 3,19 tahun. *Break event point* (BEP) sebesar 51,32 %. *Shut down point* (SDP) sebesar 25,69% dan *discounted cash flow* (DCF) sebesar 32,43%. Dari hasil analisa ekonomi pabrik asam benzoat dengan proses oksidasi ini layak untuk didirikan di Indonesia.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan tugas yang harus diselesaikan oleh setiap individu sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tugas akhir ini berjudul **Prarancangan Pabrik Asam Benzoat dengan Proses Oksidasi Toluena dan Katalis Kobalt Asetat Kapasitas 40.000 Ton/Tahun**. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat menjadi tambahan alternatif industri kimia di masa depan bagi Indonesia.

Dalam menyusun tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan saran, bimbingan serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing I
3. Bapak Ir. Haryanto AR, M.S., selaku dosen pembimbing II
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahan nya.
5. Orang tua saya, alm. Bapak Ir. Zainal Arifin yang selalu mensupport saya selama hidup beliau, Ibu Siti Adawiyah, Ibu Neneng Hendrawati serta kakak dan adek saya yang selalu mendukung serta mendoakan saya, sehingga saya dapat mengerjakan tugas akhir dengan lancar tanpa ada halangan
6. Seluruh keluarga besar saya yang selalu mensupport dan mendoakan saya
7. Dyah Sulistyani Safitri yang merupakan teman seperjuangan sekaligus partner selama proses mengerjakan tugas akhir ini.

8. Teman-teman Teknik Kimia UMS angkatan 2012 yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan, kerjasama dan bantuan selama mengalami kesulitan.
9. Kakak tingkat 2009, 2010, 2011, yang telah mau membantu jika saya mengalami kesulitan serta adek tingkat 2013 yang selalu memberi dukungan.
10. Dan semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saya sebagai penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Surakarta, 02 Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
INTISARI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Kapasitas Pabrik	2
1.2.1. Kebutuhan asam benzoat di Indonesia.....	2
1.2.2. Kapasitas pabrik asam benzoat di luar negeri.....	3
1.3 Lokasi Pabrik.....	4
1.3.1. Ketersediaan bahan baku	4
1.3.2. Pemasaran	5
1.3.3. Transportasi.....	5
1.3.4. Tenaga kerja.....	5
1.3.5. Perijinan	5
1.3.6. Keadaan geografis.....	5
1.3.7. Ketersediaan sarana pendukung.....	6
1.4 Tinjauan Pustaka.....	6
1.4.1. Macam-macam proses	6
1.4.2. Kegunaan produk	8
1.4.3. Sifat bahan baku dan produk.....	9
BAB II. DESKRIPSI PROSES	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	13
2.1.1. Bahan baku.....	13
2.1.2. Bahan pembantu.....	13
2.1.3. Produk.....	13

2.2	Konsep Proses	14
2.2.1.	Dasar reaksi	14
2.2.2.	Kondisi operasi	14
2.2.3.	Tinjauan termodinamika	14
2.2.4.	Tinjauan kinetika	17
2.3	Diagram Alir Proses	19
2.3.1.	Tahapan proses.....	19
2.3.2.	Diagram alir proses	21
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas	24
2.4.1.	Neraca massa	24
2.4.2.	Neraca panas	33
2.5	Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses.....	40
2.5.1.	Tata letak pabrik	40
2.5.2.	Tata letak peralatan	44
BAB III. SPESIFIKASI ALAT		
3.1.	Reaktor (R-110)	46
3.2.	Dekanter (H-210).....	47
3.3.	Menara Destilasi	47
3.3.1.	Menara Destilasi 1 (D-310)	47
3.3.2.	Menara Destilasi 2 (D-320)	48
3.4.	<i>Crystallizer</i> (S-410)	49
3.5.	Filter (H-220).....	50
3.6.	Rotary Dryer (B-510)	50
3.7.	Evaporator (V-610).....	51
3.8.	Tangki penyimpanan toluena (F-120)	52
3.9.	Silo.....	53
3.9.1.	Silo katalis kobalt asetat (F-110)	53
3.9.2.	Silo asam benzoat (F-130)	53
3.10.	Mixer	54
3.10.1.	Mixer-01 (M-210)	54
3.10.2.	Mixer-02 (M-220)	55

3.11. Filter udara	56
3.11.1. Filter udara-01 (H-611).....	56
3.11.2. Filter udara-02 (H-612).....	56
3.12. Kompresor (G-211)	57
3.13. <i>Heater</i>	57
3.13.1. <i>Heater</i> -01 (E-311).....	57
3.13.2. <i>Heater</i> -02 (E-312).....	58
3.13.3. <i>Heater</i> -03 (E-313).....	59
3.13.4. <i>Heater</i> -04 (E-319).....	60
3.14. Pendingin-01 (E-318)	61
3.15. Kondesor.....	62
3.15.1. Kondensor 1 (E-315).....	62
3.15.2. Kondensor 2 (E-317).....	63
3.16. Reboiler.....	64
3.16.1. Reboiler 1 (E-314)	64
3.16.2. Reboiler 2 (E-316)	65
3.17. Accumulator	66
3.17.1. Accumulator 1 (A-511).....	66
3.17.2. Accumulator 2 (A-512).....	67
3.18. Belt Conveyor	68
3.18.1. Belt Conveyor 1 (J-411).....	68
3.18.2. Belt Conveyor 2 (J-412).....	68
3.18.3. Belt Conveyor 3 (J-413).....	68
3.19. Bucket Elevator (J-414).....	69
3.20. Blower (G-211).....	69
3.21. Pompa	70
3.21.1. Pompa 1 (L-111)	70
3.21.2. Pompa 2 (L-112)	70
3.21.3. Pompa 3 (L-113)	71
3.21.4. Pompa 4 (L-114)	71
3.21.5. Pompa 5 (L-115).....	72

3.21.6. Pompa 6 (L-116)	72
3.21.7. Pompa 7 (L-117)	73
3.21.8. Pompa 8 (L-118)	73
3.21.9. Pompa 9 (L-119)	74
3.21.10. Pompa 10 (L-120)	74
3.21.11. Pompa 11 (L-121)	75
3.21.12. Pompa 12 (L-122)	75

BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses	77
4.2 Kriteria Kebutuhan Utilitas	77
4.2.1. Kebutuhan air	77
4.2.2. Kebutuhan dowtherm A	79
4.2.3. Kebutuhan <i>steam</i>	79
4.2.4. Kebutuhan udara tekan	79
4.2.5. Kebutuhan bahan bakar	79
4.3. Jumlah Kebutuhan Utilitas	80
4.3.1. Kebutuhan air	80
4.3.2. Kebutuhan dowtherm A	82
4.3.3. Kebutuhan <i>steam</i>	83
4.3.4. Kebutuhan listrik	83
4.3.5. Kebutuhan udara tekan	84
4.3.6. Kebutuhan bahan bakar	84
4.4. Pengadaan Kebutuhan Utilitas	85
4.4.1. Unit penyedia dan pengolahan air	85
4.4.2. Unit penyediaan dowtherm A	87
4.4.3. Unit penyediaan <i>steam</i>	87
4.4.4. Unit penyediaan listrik	88
4.4.5. Unit penyediaan udara tekan	88
4.4.6. Unit penyediaan bahan bakar	88
4.5. Spesifikasi Alat Utilitas	89
4.6. Laboratorium	102

4.6.1. Laboratorium bahan baku	103
4.6.2. Laboratorium proses	103
4.6.3. Laboratorium produk	103
4.6.3. Laboratorium penelitian dan pengembangan (Litbang).....	103
4.7. Limbah.....	104
4.7.1. Limbah proses	104
4.7.2. Limbah utilitas	104
4.7.3. Pengolahan limbah.....	105
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN	
5.1 Bentuk Perusahaan.....	108
5.2 Struktur Organisasi	109
5.3. Tugas dan Wewenang.....	113
5.3.1. Pemegang saham.....	113
5.3.2. Dewan komisaris.....	113
5.3.3. Dewan direksi	113
5.3.4. Staf ahli	114
5.3.5. Penelitian dan pengembangan (Litbang)	114
5.3.1. Kepala bagian.....	115
5.3.1. Kepala seksi	118
5.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	118
5.4.1. Karyawan tetap	118
5.4.2. Karyawan harian	118
5.4.3. Karyawan borongan	119
5.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	119
5.5.1. Karyawan non shift	119
5.5.2. Karyawan shift	119
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	121
5.6.1. Penggolongan jabatan	121
5.6.2. Jumlah karyawan dan gaji.....	122
5.7. Kesejahteraan Sosial	124
5.7.1. Tunjangan	124

5.7.2. Pakaian kerja	125
5.7.3. Pengobatan	125
5.7.4. Cuti	125
5.7.5. Badan penyelenggara jaminan sosial (BPJS)	125
5.8. Manajemen produksi	125
5.8.1. Perencanaan produksi	126
5.8.2. Pengendalian produksi	127
BAB VI. ANALISA EKONOMI	
6.1 Perhitungan Analisa Ekonomi	131
6.1.1. Dasar perhitungan	131
6.2. <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	135
6.3. <i>Working Capital</i> (WC)	136
6.4. <i>Manufacturing Cost</i> (MC)	137
6.5. <i>General Expenses</i> (GE)	138
6.6. Analisa Kelayakan	138
6.6.1. Keuntungan	138
6.6.2. <i>Percent return on investment</i> (ROI)	138
6.6.3. <i>Pay out time</i> (POT)	139
6.6.4. <i>Break event point</i> (BEP)	139
6.6.5. <i>Shut down point</i> (SDP)	139
6.6.6. <i>Discounted cash flow</i> (DCF)	140
KESIMPULAN	142
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik kebutuhan asam benzoat	3
Gambar 2.1. Diagram alir kualitatif	22
Gambar 2.2. Diagram alir kuantitatif	23
Gambar 2.3. Diagram alir neraca massa	25
Gambar 2.4. Tata letak pabrik asam benzoat	43
Gambar 2.5. Tata letak alat proses	45
Gambar 4.1. Proses pengolahan air	107
Gambar 5.1. Struktur organisasi pabrik asam benzoat.....	112
Gambar 6.1. Hubungan antara tahun dengan cost index.....	133
Gambar 6.2. Analisis ekonomi.....	141

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data impor asam benzoat.....	2
Tabel 1.2. Kapasitas produksi asam benzoat di luar negeri	4
Tabel 2.1. Arus neraca massa.....	26
Tabel 2.2. Neraca massa total	27
Tabel 2.3. Neraca massa di mixer (M-120).....	28
Tabel 2.4. Neraca massa di reaktor (R-110)	28
Tabel 2.5. Neraca massa di <i>centrifugal decanter</i> (H-210).....	29
Tabel 2.6. Neraca massa di menara destilasi (D-310).....	29
Tabel 2.7. Neraca massa di menara destilasi (D-320).....	30
Tabel 2.8. Neraca massa di mixer (M-220).....	30
Tabel 2.9. Neraca massa di <i>crystallizer</i> (S-410)	31
Tabel 2.10. Neraca massa di filter (H-220).....	31
Tabel 2.11. Neraca massa di evaporator (V-610)	32
Tabel 2.12. Neraca massa di <i>rotary dryer</i> (B-510)	32
Tabel 2.13. Neraca panas di mixer (M-120)	33
Tabel 2.14. Neraca panas di <i>heater</i> (E-311)	33
Tabel 2.15. Neraca panas di kompresor (G-211)	34
Tabel 2.16. Neraca panas di <i>heater</i> (E-312)	34
Tabel 2.17. Neraca panas di reaktor (R-110)	35
Tabel 2.18. Neraca panas di <i>centrifugal decanter</i> (H-210).....	35
Tabel 2.19. Neraca panas di <i>heater</i> (E-313)	36
Tabel 2.20. Neraca panas di menara destilasi (D-310)	36
Tabel 2.21. Neraca panas di menara destilasi (D-320)	37
Tabel 2.22. Neraca panas di pendingin (E-318).....	37
Tabel 2.23. Neraca panas di mixer (M-220)	37
Tabel 2.24. Neraca panas di <i>crystallizer</i> (S-410).....	38
Tabel 2.25. Neraca panas di filter (H-220)	38
Tabel 2.26. Neraca panas di evaporator (V-610)	39
Tabel 2.27. Neraca panas di <i>heater</i> (E-319)	39

Tabel 2.28. Neraca panas di <i>rotary dryer</i> (B-510).....	40
Tabel 2.29. Luas tanah bangunan pabrik	42
Tabel 4.1. Daftar kebutuhan air domestik dan sanitasi	80
Tabel 4.2. Daftar kebutuhan air untuk pembuatan <i>steam</i>	80
Tabel 4.3. Daftar kebutuhan air pendingin.....	81
Tabel 4.4. Daftar kebutuhan air proses	81
Tabel 4.5. Kebutuhan air	82
Tabel 4.6. Kebutuhan dowtherm A	82
Tabel 4.7. Kebutuhan <i>steam</i>	83
Tabel 4.8. Kebutuhan listrik alat proses dan utilitas	83
Tabel 4.9. Kebutuhan listrik total.....	84
Tabel 4.10. Kebutuhan bahan bakar.....	84
Tabel 5.1. Jadwal hari dan jam kerja karyawan shift.....	120
Tabel 5.2. Jumlah karyawan proses	122
Tabel 5.3. Jumlah karyawan utilitas.....	123
Tabel 5.4. Jumlah karyawan menurut jabatan.....	124
Tabel 6.1. Indeks harga tahun 1993 - 2002.....	132
Tabel 6.2. Harga indeks tahun 2003 - 2020	134
Tabel 6.3. <i>Fixed capital investment</i>	135
Tabel 6.4. <i>Working capital</i>	136
Tabel 6.5. <i>Manufacturing cost</i>	137
Tabel 6.6. <i>General expenses</i>	138